



ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ»
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

119071, Москва, Ленинский пр-т, д. 33, стр. 2
Тел. +7 (495) 954-52-83, факс (495) 954-27-32
www.fbras.ru, info@fbras.ru

14 АИР 2022

№ 85-01-19/338

На №

от

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального
государственного учреждения
«Федеральный
исследовательский центр
«Фундаментальные основы
биотехнологии» Российской
академии наук, доктор
биологических наук



Федоров А.Н.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН) на диссертационную работу Жердева Анатолия Виталиевича в форме научного доклада по теме «Иммунохроматографические системы: Молекулярные закономерности функционирования и практические приложения» на соискание ученой доктора химических наук по научной специальности 1.5.4. Биохимия, выполненную в лаборатории иммунобиохимии Института биохимии им. А.Н. Баха ФИЦ Биотехнологии РАН

А.В. Жердев в 1978-1983 г. обучался в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, получив диплом с отличием по специальности «Биофизика». Трудовая биография А.В. Жердева была начата в 1983 г. во Всесоюзном научно-исследовательском биотехническом институте Главмикробиопрома СССР. В 1985-1988 гг. он обучался в очной аспирантуре Института биохимии им. А.Н. Баха АН СССР, защитив в 1989 г. диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности «Биохимия». После работы в 1989-1990 г. в Всесоюзном научном центре по безопасности биологически активных веществ Минмедбиопрома СССР (Старая Купавна) А.В. Жердев возвращается в Институт биохимии им. А.Н. Баха, где и работает по сегодняшний день (в 2014 г. Институт реорганизован в Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН), пройдя путь от младшего научного сотрудника до ведущего научного сотрудника.

Диссертационная работа выполнена в лаборатории иммунобиохимии ФИЦ Биотехнологии РАН. В диссертационной работе представлены результаты исследований, вошедшие в основные публикации соискателя 2009-2021 гг.

Научным консультантом диссертационной работы является заведующий лабораторией иммунобиохимии ФИЦ Биотехнологии РАН, доктор химических наук, профессор Борис Борисович Дзантиев.

По результатам рассмотрения диссертационной работы А.В. Жердева в форме научного доклада по теме «Иммунохроматографические системы: Молекулярные закономерности функционирования и практические приложения» принято следующее заключение:

Актуальность диссертационной работы

Вариабельность антиген-связывающих сайтов антител и обеспечиваемое с ее помощью высокоселективное распознавание являются основой как защиты живых организмов *in vivo*, так и обнаружения и оценки содержания разнообразных соединений *in vitro*. Поэтому востребовано понимание закономерностей формирования иммунных комплексов. Простейшие описания этих процессов как бимолекулярных реакций не отражают ряда особенностей: поливалентность иммуноглобулинов и значительной части антигенов, гетерогенность иммунореагентов по составу и аффинности, диффузионные процессы, стерические ограничения. Однако при расширении списка учитываемых факторов требуются трудоемкие измерения увеличивающегося числа параметров и усложняется выявление общих закономерностей взаимодействий.

Поэтому необходим аргументированный выбор характеристик, ключевых для формирования иммунных комплексов в тех или иных условиях. Отметим, что для проверки предлагаемых описаний недостаточно сравнить теоретические и экспериментальные зависимости на выбранных модельных примерах иммунореагентов. Закономерности должны выполняться при рассмотрении самых разных антигенов и антител, обеспечивать прогнозирование изменений, происходящих при варьировании разных параметров.

Особый интерес представляют описания иммуноаналитических систем. Эти системы крайне разнообразны; их развитие характеризовалось появлением все более простых и экспрессных методов в сочетании с новыми решениями, снижающими пределы обнаружения. В соответствии с этими тенденциями статус лидера переходил от иммунопреципитации к радиоиммунному анализу, а потом – к иммуноферментному

анализу. В последнее время активно развивается, расширяя области использования, иммунохроматографический анализ (ИХА). На сегодняшний день иммунохроматография наиболее успешно объединяет максимальную простоту и быстрое получение результатов. Применение тест-полоски с предварительно нанесенными на ее мембраны реагентами сводится к контакту пробы и тест-полоски, инициирующему движение вдоль мембран реагентов и их взаимодействия, результатом которых становится визуально контролируемое окрашивание определенных участков тест-полоски. ИХА крайне востребован в медико-диагностической практике; все активнее используется в ветеринарии, экологическом мониторинге, при контроле качества и безопасности продуктов питания.

При создании и оценке перспектив новых систем ИХА важна возможность прогностического описания их функционирования. Поэтому необходимой фундаментальной основой прикладных разработок является изучение иммунохимических взаимодействий в этих системах, которые включают гомогенные и гетерогенные реакции, происходящие в неравновесном проточном режиме с разной пространственной локализацией реагентов.

Рост научной активности в области иммунохроматографии соответствует нанотехнологическому буму и детальной характеристике различных нанодисперсных препаратов, ряд из которых демонстрирует перспективность в качестве маркеров для ИХА. Необходимость определять новые аналиты в низких концентрациях (нанограммы и доли нанограммов на миллилитр) приводит к интенсивным разработкам по усилению сигнала в ИХА. Развитие компьютерного прототипирования устройств позволяет управлять последовательностью аналитических взаимодействий и проводить несколько определений одновременно, используя новые геометрические варианты тест-систем. Наконец, прогресс электронных коммуникационных устройств и сетевых ресурсов предоставляет новые средства для обработки больших массивов данных и способствует переходу к количественному ИХА. Все эти факторы вызывают продолжающийся по сей день резкий рост числа научных разработок и публикаций в области иммунохроматографии.

Таким образом, развитие представлений о межмолекулярных взаимодействиях в иммунохроматографических системах и путях совершенствования этих систем повышает конкурентный потенциал иммунохроматографического тестирования, расширяет масштабы его применения, способствует массовому контролю и эффективной защите здоровья населения. Эти факторы определяют актуальность проведенного исследования, направленного на формирование научных основ методического перевооружения

аналитических и диагностических средств.

Цель диссертационной работы

Выявление закономерностей гетерогенных неравновесных процессов взаимодействия антиген-антитело и разработка новых иммунохроматографических систем, основанных на применении этих закономерностей.

Научная новизна диссертационной работы

Разработаны положения, совокупность которых формирует теоретические основы функционирования иммунохроматографических систем. Правомочность положений подтверждена экспериментально при разработке, характеристике и направленной модификации новых аналитических систем. На основании проведенных исследований:

- установлен вклад поливалентных взаимодействий антиген-антитело в динамику формирования иммунных комплексов и характеристики иммунохроматографических систем;
- предложена иерархическая классификация иммуноаналитических систем на основании видов образующихся и регистрируемых комплексов и последовательности взаимодействий иммунореагентов; показаны ее возможности для систематизации существующих вариантов иммунохроматографии;
- разработан ряд математических моделей для описания иммунохроматографических систем; на основании рассмотрения моделей предложены и экспериментально проверены рекомендации по изменению характеристик этих систем;
- исследована модуляция параметров иммунохроматографических систем посредством варьирования состава комплексов антиген – белковый носитель и антитело – нанодисперсный носитель;
- предложен и экспериментально подтвержден ряд подходов для обеспечения высокочувствительного ИХА, основанных на изменениях состава детектируемых комплексов и последовательности их формирования в движущемся потоке реагентов и на поверхности мембран.

Теоретическая значимость диссертационной работы

Установлены зависимости для оценки изменений функционирования иммунохроматографических систем при варьировании концентраций иммунореагентов, длительности и констант их взаимодействия.

Проведена оценка реакционной способности антител в адсорбционных комплексах с

нанодисперсными носителями.

Выявлены характеристики наночастиц, определяющие их эффективность в иммунохроматографических системах.

Систематизированы факторы, лимитирующие формирование меченых иммунных комплексов при разных режимах взаимодействий в проточных мембранных системах.

Практическая значимость диссертационной работы

Сформирован научный инструментарий для эффективной разработки иммунохроматографических аналитических систем:

- принципы определения факторов, лимитирующих минимальные достоверно выявляемые концентрации аналитов;
- критерии оценки возможностей наночастиц – носителей и маркеров для разрабатываемых аналитических систем;
- способы проведения иммунохроматографического анализа с усилением регистрируемого сигнала.

Получены и охарактеризованы экспериментальные образцы иммунохроматографических систем для определения ряда аналитов – представителей:

- токсичных контаминант разных классов в сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктах и объектах окружающей среды,
- белковых маркеров патологических процессов в организме человека,
- маркеров, обеспечивающих идентификацию сырья в мясных продуктах,
- специфических антител, детектируемых в целях серодиагностики инфекционных заболеваний и аллергических реакций,
- возбудителей заболеваний человека, животных и растений.

Проведенная апробация разработанных биоаналитических систем подтверждает универсальность созданного научного инструментария, его пригодность для решения различных задач, имеющих социальное и хозяйственное значение.

Личное участие автора в получении результатов

Автором осуществлены выбор направления работ и постановка решаемых задач. В диссертации изложены результаты исследований, выполненных при непосредственном участии автора, а также сотрудниками лаборатории иммунобиохимии, аспирантами и дипломниками, работавшими под научным руководством автора или получавшими его консультации, что отражено в совместных статьях, патентах и сообщениях.

В ходе деятельности автора проводились планирование экспериментов, получение,

обработка и интерпретация результатов, подготовка публикуемых материалов. Личный вклад автора в работы, выполненные в соавторстве, включает анализ соответствия теоретических представлений и экспериментальных данных, описание и обобщение результатов по характеристике иммунохимических взаимодействий и функционирования аналитических систем, подготовку рекомендаций по обеспечению низких пределов обнаружения соединений разных классов и управлению селективностью иммуноаналитических систем, оценку возможностей и конкурентных преимуществ разрабатываемых систем.

Степень достоверности результатов

Достоверность результатов диссертационной работы определяется использованием взаимодополняющих методов при характеристике иммунореагентов, их производных и процессов их взаимодействия, высокой степенью воспроизводимости результатов, статистическим анализом измеряемых величин, подтверждающим постулируемые корреляции и отличия. В работе показано соответствие закономерностей, наблюдаемых при математическом моделировании и экспериментальном изучении иммунохроматографических систем. Обоснованность интерпретации полученных результатов подтверждается публикацией статей по теме работы в ведущих рецензируемых международных журналах. Диссертационные положения реализованы/подтверждены в рамках совместных исследований с коллективами других российских и зарубежных научных организаций. Общий характер установленных закономерностей следует из их соблюдения для различных сочетаний антигенов и антител, использовавшихся в иммунохроматографических системах, успешной разработки высокочувствительных систем для определения аналитов различной природы – низкомолекулярных, белковых и корпускулярных.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Представленная А.В. Жердевым диссертационная работа посвящена синтезу, характеристике и аналитическому применению меченых рецепторных биомолекул, моделированию иммунохимических взаимодействий в проточных мембранных системах и применению установленных закономерностей для выявления и оценки содержания биологически активных аналитов различной природы. Исследования проведены с использованием комплекса современных биохимических методов.

Содержание диссертационной работы и опубликованные по ней материалы полностью соответствуют специальности научной специальности 1.5.4. Биохимия.

Апробация результатов диссертационной работы

Результаты, полученные в ходе исследований и вошедшие в диссертационную работу, представлены соискателем и соавторами более чем на 80 научных мероприятиях в России и за рубежом, включая такие значимые мероприятия, как Московские международные конгрессы «Биотехнология: Состояние и перспективы развития» (Москва, 2009, 2010, 2011, 2013, 2015, 2017), Всероссийские конференции по анализу объектов окружающей среды «Экоаналитика» (Йошкар-Ола, 2009; Светлогорск, 2014, Углич, 2016; Пермь, 2019), VI, VII Symposiums on Hormone and Veterinary Drug Residue Analysis (Гент, Бельгия, 2010, 2014), V, VIII, IX International Symposiums on Recent Advances in Food Analysis (Прага, Чехия, 2011, 2017, 2019), Международные симпозиумы «Астана Биотех» (Астана, Казахстан, 2011, 2018), IV Nanotechnology International Forum (Москва, 2011), V, VI Nanoscience with Nanocrystals Conferences (Фуенжерола, Испания, 2012; Бад Хофгастейн, Австрия, 2014), II и III Съезды аналитиков России (Московская обл., 2013, 2017), XXXVIII, XLIV FEBS Congresses (Санкт-Петербург, 2013; Краков, Польша, 2019), ISM – MycoRed International Conference Europe 2013 (Мартина Франка, Италия, 2013), XVIII European Conference in Analytical Chemistry (Бордо, Франция, 2015), IX, X, XI, XII International Conferences on Instrumental Methods of Analysis (Каламата, Греция, 2015, 2017, 2019, 2021), XI Workshop on Biosensors and Bioanalytical Microtechniques in Environmental, Food and Clinical Analysis (Регенсбург, Германия, 2015), International Conference «Biocatalysis: Fundamentals and Applications» (Московская обл., 2015, 2017), V, VI Съезды биохимиков России (Дагомыс, 2016, 2019), International Conference «Mycotoxin Research in Agricultural Products» (Шанхай, Китай, 2017), International Workshop of Pesticide Risk Assessment Model Building (Ксиань, Китай, 2017), APEC Conference «Advanced Capacity Building for Mycotoxin Prevention and Control in Food and Feed Commodities in Asia-Pacific» (Пекин, Китай, 2017), XL International Conference on Environmental and Food Monitoring (Сантьяго де Компостелла, Испания, 2018), World Conference on Analytical and Bio Analytical Chemistry (Барселона, Испания, 2018), XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии (Санкт-Петербург, 2019), XIX International Symposium on Soil and Plant Analysis (Вагенинген, Нидерланды, 2019), XXXI Anniversary World Congress on Biosensors (2021), Online European Biotechnology Congress (2021), VI International Congress on Biomaterials and Biosensors (Олудениц, Турция, 2021).

Итоговые доклады, отражающие основные результаты диссертационной работы, представлены А.В. Жердевым на Международном конгрессе «Биотехнология: состояние и перспективы развития» (Москва, 2019), Euroanalysis XX Conference (Стамбул, Турция,

2019), V Международной конференции «Наноматериалы и живые системы» (Казань, 2019), II Всероссийской конференции «Химия биологически активных веществ» (Саратов, 2019) и XIV Международном биотехнологическом форуме «РосБиоТех» (Москва, 2020).

Полнота изложения материалов диссертации в опубликованных работах

Основные научные результаты диссертационной работы А.В. Жердева представлены в 120 научных публикациях и 25 патентах, перечисленных ниже. В списке приведено 118 статей в периодических изданиях, рекомендуемых ВАК РФ (26 статей в отечественных изданиях и 92 – в зарубежных), и 2 главы в книгах. По результатам исследования получено 15 патентов Российской Федерации на изобретения, 8 патентов Российской Федерации на полезные модели и 2 инновационных патента Республики Казахстан на изобретения.

В опубликованных работах в полной мере представлены все результаты диссертационного исследования.

Список содержит 84 статьи, вышедшие в 2013-2021 гг. в журналах, относящихся к первому или второму квартилям международных баз данных, в том числе 80 статей согласно базе Web of Science и 84 статьи согласно базе Scopus. Сведения о квартилях основаны на последних (2021 г.) версиях IF Web of Science и SJR Scopus.

Публикации по материалам диссертации удовлетворяют требованиям к работам, представляемым на соискание ученой степени доктора наук в форме научного доклада, установленным Постановлением Правительства РФ № 426 от 20 марта 2021 г. и Приказом № 458 Министерства науки и высшего образования РФ от 7 июня 2021 г., с учетом временного порядка применения этих требований, установленного Постановлением Правительства РФ № 414 от 19 марта 2022 г.

1. Бызова Н.А., Сафенкова И.В., Чирков С.Н., **Жердев А.В.**, Блинцов А.Н., Дзантиев Б.Б., Атабеков И.Г. Разработка иммунохроматографических тест-систем для экспрессной детекции вирусов растений // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – Т. 45, № 3. – С. 225–231. (Английская версия: Byzova N.A., Safenkova I.V., Chirkov S.N., **Zherdev A.V.**, Blintsov A.N., Dzantiev B.B., Atabekov I.G. Development of immunochromatographic test systems for express detection of plant viruses // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2009. – V. 45, N 2. – P. 204–209.)

2. Бызова Н.А., Свиридов В.В., Гаврилова Н.Ф., Распопова Е.Н., Яковлева И.В., Генералова А.Н., Лукин Ю.В., Черкасова В.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Иммунохроматографическая и латекс-агглютинационная системы детекции дифтерийного токсина // Биоорганическая химия. – 2009. – Т. 35, № 4. – С. 533–541. (Английская версия: Byzova N.A., **Jerdev A.V.**, Dzantiev B.B., Sviridov V.V., Gavrilova N.F., Raspopova E.N., Jakovleva I.V., Generalova A.N., Lukin J.V., Cherkasova V.V. Immunochromatographic and

latex-agglutination systems for diphtheria toxin detection // Russian Journal of Bioorganic Chemistry. – 2009. – V. 35, N 4. – P. 482-489.)

3. Бызова Н.А., **Жердев А.В.**, Бикетов С.Ф., Дзантиев Б.Б. Разработка иммунохроматографической системы для экспресс-детекции клеток *Mycobacterium tuberculosis* // Биотехнология. – 2010, № 3. – С. 70–77.

4. Бызова Н.А., Сафенкова И.В., Чирков С.Н., Авдиенко В.Г., Гусева А.Н., Митрофанова И.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б., Атабеков И.Г. Взаимодействие вируса шарки сливы с антителами, конъюгированными с коллоидным золотом, и разработка иммунохроматографической тест-системы для детекции вируса // Биохимия. – 2010. – Т. 75, № 11. – С. 1583–1595. (Английская версия: Byzova N.A., Safenkova I.V., Chirkov S.N., Avdienko V.G., Guseva A.N., Mitrofanova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B., Atabekov J.G. Interaction of plum pox virus with specific colloidal gold-labeled antibodies and development of immunochromatographic assay of the virus // Biochemistry (Moscow). – 2010. – V. 75, N 11. – P. 1393–1403.)

5. Бызова Н.А., Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Андреев И.В., Санков М.Н., Мартынов А.И., Дзантиев Б.Б. Иммунохроматографический анализ специфического сывороточного IgE человека для диагностики аллергии на пыльцу тимopheевки луговой // Иммунология. – 2010. – Т. 31, № 1. – С. 47–51.

6. Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Immunochromatographic assay for rapid determination of atrazine and other triazine herbicides in foodstuffs // Journal of AOAC International. – 2010. – V. 93, N 1. – P. 36–43.

7. Byzova N.A., Zvereva E.A., **Zherdev A.V.**, Eremin S.A., Dzantiev B.B. Rapid pretreatment-free immunochromatographic assay of chloramphenicol in milk // Talanta. – 2010. – V. 81, N 3. – P. 838–848.

8. Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Correlation between the composition of multivalent antibody conjugates with colloidal gold nanoparticles and their affinity // Journal of Immunological Methods. – 2010. – V. 357, N 1–2. – P. 17–25.

9. Бызова Н.А., Зверева Е.А., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Иммунохроматографический метод экспрессного определения ампициллина в молоке и кисло-молочных продуктах // Прикладная биохимия и микробиология. – 2011. – Т. 47, № 6. – С. 685–693. (Английская версия: Byzova N.A., Zvereva E.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Immunochromatographic technique for express determination of ampicillin in milk and dairy products // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2011. – V. 47, N 6. – P. 627–634.)

10. Урусов А.Е., Костенко С.Н., Свешников П.Г., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Определение охратоксина А иммунохроматографическим методом // Журнал аналитической химии. – 2011. – Т. 66, № 8. – С. 884–890. (Английская версия: Urusov A.E., Kostenko S.N., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B., Sveshnikov P.G. Immunochromatographic assay for the detection of ochratoxin A // Journal of Analytical Chemistry. – 2011. – V. 66, N 8. – P. 770–776.)

11. Byzova N.A., Zvereva E.A., **Zherdev A.V.**, Eremin S.A., Sveshnikov P.G., Dzantiev B.B. Pretreatment-free immunochromatographic assay for the detection of streptomycin and its application to the control of milk and dairy products // Analytica Chimica Acta. – 2011. – V. 701, N 2. – P. 209–217.

12. Бызова Н.А., **Жердев А.В.**, Ескендинова С.З., Балтин К.К., Унышева Г.Б., Муканов К.К., Раманкулов Е.М., Дзантиев Б.Б. Разработка иммунохроматографической тест-системы для экспрессной детекции липополисахаридного антигена и клеток возбудителя

бруцеллеза крупного рогатого скота // Прикладная биохимия и микробиология. – 2012. – Т. 48, № 6. – С. 653–661. (Английская версия: Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B., Eskendirova S.Z., Baltin K.K., Unysheva G.B., Mukanov K.K., Ramankulov E.M. Development of immunochromatographic test system for rapid detection of the lipopolysaccharide antigen and cells of the causative agent of bovine brucellosis // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2012. – V. 48, N 6. – P. 590–597.)

13. Сафенкова И.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Применение атомно-силовой микроскопии для характеристики единичных межмолекулярных взаимодействий // Успехи биологической химии. – 2012. – Т. 52. – С. 281–314. (Английская версия: Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Application of atomic force microscopy for characteristics of single intermolecular interactions // Biochemistry (Moscow). – 2012. – V. 77, N 13. – P. 1536–1552.)

14. Safenkova I., **Zherdev A.**, Dzantiev B. Factors influencing the detection limit of the lateral-flow sandwich immunoassay: a case study with potato virus X // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2012. v. 403, N 6. – P. 1595–605.

15. Бызова Н.А., Лухверчик Л.Н., **Жердев А.В.**, Пивень Н.В., Бураковский А.И., Дзантиев Б.Б. Разработка иммунохроматографической тест-системы для детекции эпидермального фактора роста человека // Прикладная биохимия и микробиология. – 2013. – Т. 49, № 6. – С. 606–612. (Английская версия: Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B., Lukhverchik L.N., Piven N.V., Burakovskii A.I. Development of an immunochromatographic test system for the detection of human epidermal growth factor // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2013. – V. 49, N 6. – P. 606–612.)

16. Berlina A.N., Taranova N.A., **Zherdev A.V.**, Sankov M.N., Andreev I.V., Martynov A.I., Dzantiev B.B. Quantum-dot-based immunochromatographic assay for total IgE in human serum // PLOS One. – 2013. – V. 8, N 10. – Article e77485. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).

17. Berlina A.N., Taranova N.A., **Zherdev A.V.**, Vengerov Y.Y., Dzantiev B.B. Quantum dot-based lateral flow immunoassay for detection of chloramphenicol in milk // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2013. – v. 405, N 14. – P. 4997–5000. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).

18. Dzantiev B.B., **Zherdev A.V.** Antibody-based biosensors // Chapter 6. In: “Portable Biosensing of Food Toxicants and Environmental Pollutants” (Dimitrios Nikolelis, Theodoros Varsakas, Arzum Erdem, Georgia-Paraskevi Nikoleli, eds.). – 2013. – Taylor & Francis, London – New York. – ISBN 9781466576322. – P. 161–196.

19. Taranova N.A., Byzova N.A., Zaiko V.V., Starovoitova T.A., Vengerov Yu.Yu., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Integration of lateral flow and microarray technologies for multiplex immunoassay: application to the determination of drugs // Microchimica Acta. – 2013. – V. 180, N 11–12. – P. 1165–1172. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

20. Dzantiev B.B., Byzova N.A., Urusov A.E., **Zherdev A.V.** Immunochromatographic methods in food analysis. Trends in Analytical Chemistry. – 2014. – V. 55. – P. 81–93. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

21. Safenkova I.V., Zaitsev I.A., Pankratova G.K., Varitsev Yu.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Lateral flow immunoassay for rapid detection of potato ring rot caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2014. – V. 50, N 6. – P. 675–682.

22. Urusov A.E., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Use of gold nanoparticle-labeled secondary antibodies to improve the sensitivity of an immunochromatographic assay for aflatoxin B1 // *Microchimica Acta*. 2014. – V. 181, N 15–16. – P. 1939–1946. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

23. Бызова Н.А., **Жердев А.В.**, Свешников П.Г., Садыхов Э.Г., Дзантиев Б.Б. Разработка иммунохроматографической тест-системы для детекции антигенов *Helicobacter pylori*. // Прикладная биохимия и микробиология. – 2015. – Т. 51, № 5. – С. 520–530. (Английская версия: Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Sveshnikov P.G., Sadykhov E.G., Dzantiev B.B. Development of an immunochromatographic test system for the detection of *Helicobacter pylori* antigens // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2015. – V. 51, N 5. – P. 608–617.)

24. Петракова А.В., Урусов А.Е., Возняк М.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Разработка иммунохроматографической тест-системы для детекции Т-2 токсина. // Прикладная биохимия и микробиология. – 2015. – Т. 51, № 6. – С. 616–623. (Английская версия: Petrakova A.V., Urusov A.E., Voznyak M.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Immunochromatographic test system for the detection of T-2 toxin // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2015. – V. 51, N 6. – P. 688–694.)

25. Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Авдиенко В.Г., Дзантиев Б.Б. Иммунохроматографическая серодиагностика туберкулеза с использованием конъюгата коллоидное золото – антиген // Биотехнология. – 2015, № 2. – С. 76–81. (Английская версия: Sotnikov D.V., **Zherdev A.V.**, Avbienko V.G., Dzantiev B.B. Immunochromatographic assay for serodiagnosis of tuberculosis using an antigen–colloidal gold conjugate // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2015. – V. 51, N 8. – P. 834–839.)

26. Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Детекция межмолекулярных взаимодействий, основанная на регистрации поверхностного плазмонного резонанса // Успехи биологической химии. – 2015. – Т. 55. – С. 391–420. (Английская версия: Sotnikov D.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Detection of intermolecular interactions based on surface plasmon resonance registration // *Biochemistry (Moscow)*. – 2015. – V. 80, N 13. – P. 1820–1832.) (Scopus – Q2).

27. Lei H., Mu H., Wang B., Xu Z., Tian Y., Shen Y., Eremin S.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Stereospecific recognition and quantitative structure-activity relationship between antibodies and enantiomers: ofloxacin as model hapten // *Analyst*. – 2015. – V. 140, N 4. – P. 1037–1045. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

28. Sotnikov D.V., Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Eskendirova S.Z., Baltin K.K., Mukanov K.K., Ramankulov E.M., Sadykhov E.G., Dzantiev B.B. Express immunochromatographic detection of antibodies against *Brucella abortus* in cattle sera based on quantitative photometric registration and modulated cut-off level // *Journal of Immunoassay and Immunochemistry*. – 2015. – V. 36, N 1. – P. 80–90.

29. Sotnikov D.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Development and application of a label-free fluorescence method for determining the composition of gold nanoparticle–protein conjugates // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2015. – V. 16, N 1. – P. 907–923. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

30. Taranova N.A., Berlina A.N., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. «Traffic light» immunochromatographic test based on multicolor quantum dots for simultaneous detection of several antibiotics in milk // *Biosensors and Bioelectronics*. – 2015. – V. 63. – P. 255–261. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

31. Taranova N.A., Kruglik A.S., Zvereva E.A., Shmanai V.V., Vashkevich I.I., Semyonov D.A., Eremin S.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Highly sensitive immunochromatographic identification of tetracycline antibiotics in milk // International Journal of Analytical Chemistry. – 2015. – V. 2015. – Article 347621.
32. Urusov A.E., Petrakova A.V., Kuzmin P.G., **Zherdev A.V.**, Sveshnikov P.G., Shafeev G.A., Dzantiev B.B. Application of gold nanoparticles produced by laser ablation for immunochromatographic assay labeling // Analytical Biochemistry. – 2015. – V. 491. – P. 65–71. (Web of Science – Q2; Scopus – Q2).
33. Zvereva E.A., Byzova N.A., Sveshnikov P.G., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Cut-off on demand: Adjustment of the threshold level of an immunochromatographic assay for chloramphenicol // Analytical Methods. – 2015. – V. 7, N 15. – P. 6378–6384. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).
34. Panferov V.G., Safenkova I.V., Varitsev Y.A., Drenova N.V., Kornev K.P., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Development of the sensitive lateral flow immunoassay with silver enhancement for the detection of *Ralstonia solanacearum* in potato tubers // Talanta. – 2016. – V. 152. – P. 521–530. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
35. Safenkova I.V., Pankratova G.K., Zaitsev I.A., Varitsev Yu.A., Vengerov Yu.Yu., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Multiaarray on a test strip (MATS): Rapid multiplex immunodetection of priority potato pathogens // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2016. – V. 408, N 22. – P. 6009–6017. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).
36. Safenkova I.V., Slutskaia E.S., Panferov V.G., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Complex analysis of concentrated antibody – gold nanoparticle conjugates' mixtures using asymmetric flow field-flow fractionation // Journal of Chromatography A. – 2016. – V. 1477. – P. 56–63. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
37. Urusov A.E., Petrakova A.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. «Multistage in one touch» design with a universal labelling conjugate for high-sensitive lateral flow immunoassays // Biosensors and Bioelectronics. – 2016. – V. 86. – P. 575–579. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
38. Петракова А.В., Урусов А.Е., **Жердев А.В.**, Лью Л., Ксю Ч., Дзантиев Б.Б. Применение наночастиц магнетита для разработки высокочувствительных иммунохроматографических тест-систем для определения микотоксинов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2017. – Т. 53, № 4. – С. 420–426. (Английская версия: Petrakova A.V., Urusov A.E., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B., Liu L., Xu C. Application of magnetite nanoparticles for the development of highly sensitive immunochromatographic test systems for mycotoxin detection // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2017. – V. 53, N 4. – P. 470–475.)
39. Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Математическое моделирование биоаналитических систем // Успехи биологической химии. – 2017. – Т. 57. – С. 385–438. (Английская версия: Sotnikov D.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Mathematical modeling of bioassays // Biochemistry (Moscow) . – 2017. – V. 82, N 13. – P. 1744–1766.) (Scopus – Q2).
40. Урусов А.Е., Петракова А.В., Бартош А.В., Губайдуллина М.К., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Иммунохроматографический анализ Т-2 токсина с использованием меченых антивидовых антител // Прикладная биохимия и микробиология. – 2017. – Т. 53, № 5. – С. 528–533. (Английская версия: Urusov A.E., Petrakova A.V., Bartosh A.V., Gubaydullina M.K., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Immunochromatographic assay of T-2 toxin using labeled

anti-species antibodies // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2017. – V. 53, No. 5. – P. 594–599.)

41. Урусов А.Е., Петракова А.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Применение магнитных наночастиц в иммуноанализе // *Российские нанотехнологии*. – 2017. – Т. 12, № 9–10. – С. 3–13. (Английская версия: Urusov A.E., Petrakova A.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Application of magnetic nanoparticles in immunoassay // *Nanotechnologies in Russia*. – 2017. – V. 12, N 9–10. – P. 471–479.)

42. Berlina A.N., **Zherdev A.V.**, Xu C., Eremin S.A., Dzantiev B.B. Development of lateral flow immunoassay for rapid control and quantification of the presence of the colorant Sudan I in spices and seafood // *Food Control*. – 2017. – V. 73, part B. – P. 247–253. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

43. Byzova N.A., Safenkova I.V., Slutskaya E.S., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Less is more: Comparison of antibodies – gold nanoparticle conjugates of different ratio // *Bioconjugate Chemistry*. – 2017. – V. 28, N 11. – P. 2737–2746. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

44. Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Vengerov Yu.Yu., Starovoitova T.A., Dzantiev B.B. A triple immunochromatographic test for simultaneous determination of cardiac troponin I, fatty acid binding protein, and C-reactive protein biomarkers // *Microchimica Acta*. – 2017. – V. 184, N 2. – P. 463–471. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

45. Panferov V.G., Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Setting up the cut-off level of a sensitive barcode lateral flow assay with magnetic nanoparticles // *Talanta*. – 2017. – V. 164. – P. 69–76. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

46. Petrakova A.V., Urusov A.E., Gubaydullina M.K., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. «External» antibodies as the simplest tool for sensitive immunochromatographic tests // *Talanta*. – 2017. – V. 175. – P. 77–81. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

47. Safenkova I.V., Zaitsev I.A., Varitsev Yu.A., Byzova N.A., Drenova N.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Development of lateral flow immunoassay for rapid diagnosis of potato blackleg caused by *Dickeya* species // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. – 2017. – V. 409, N 7. – P. 1915–1927. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).

48. Sotnikov D.V., Zherdev A.V., Dzantiev B.B. Mathematical model of serodiagnostic immunochromatographic assay // *Analytical Chemistry*. – 2017. – V. 89, N 8. – P. 4419–4427. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

49. Taranova N.A., Urusov A.E., Sadykhov E.G., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Bifunctional gold nanoparticles as agglomeration enhancing tool for high sensitive lateral flow test: a case study with procalcitonin // *Microchimica Acta*. – 2017. – V. 184, N 10. – P. 4189–4195. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

50. Urusov A.E., Petrakova A.V., Gubaydullina M.K., **Zherdev A.V.**, Eremin S.A., Kong D., Liu L., Xu C., Dzantiev B.B. High-sensitivity immunochromatographic assay for fumonisin B1, based on indirect antibody labelling // *Biotechnology Letters*. – 2017. – V. 39, N 5. – P. 751–758. (Scopus – Q2).

51. Берлина А.Н., Бартош А.В., Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Ху Ч., Дзантиев Б.Б. Комплексы золотых наночастиц с антителами в иммунохроматографии: Сравнение прямой и непрямой иммобилизации антител при детекции антибиотиков // *Российские нанотехнологии*. – 2018. – V. 13, № 7–8. – С. 80–87. (Английская версия: Berlina A.N., Bartosh A.V., Sotnikov D.V., **Zherdev A.V.**, Xu C., Dzantiev B.B. Complexes of gold nanoparticles with antibodies in immunochromatography: Comparison of direct and indirect

immobilization of antibodies for the detection of antibiotics // *Nanotechnologies in Russia*. – 2018. – V. 13, N 7–8. – P. 430–438.)

52. Губайдуллина М.К., Урусов А.Е., **Жердев А.В.**, Ху Ч., Дзантиев Б.Б. Иммунохроматографические тест-системы с использованием конъюгата антивидовые антитела – коллоидное золото: Особенности и возможности на примере определения охратоксина А // *Вестник Московского университета. Серия 2: Химия*. – 2018. – Т. 59, № 2. – С. 144–150. (Английская версия: Gubaidullina M.K., Urusov A.E., **Zherdev A.V.**, Xu C., Dzantiev B.B. Immunochromatographic test systems using the conjugate anti-species antibodies – colloid gold: Features and benefits on the example of determination of ochratoxin A // *Moscow University Chemistry Bulletin*. – 2018. – V. 73, N 2. – P. 62–67.)

53. Зверева Е.А., Шпакова Н.А., **Жердев А.В.**, Ху Ч., Дзантиев Б.Б. Иммунохроматографический метод высокочувствительного определения бета-агониста рактопина в пищевых продуктах // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 2018. – Т. 54, № 4. – С. 421–426. (Английская версия: Zvereva E.A., Shpakova N.A., **Zherdev A.V.**, Xu C., Dzantiev B.B. Highly sensitive immunochromatographic assay for qualitative and quantitative control of beta-agonist ractopamine in foods // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2018. – V. 54, N 4. – P. 436–441.)

54. Панфёров В.Г., Сафенкова И.В., Самохвалов А.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Изучение роста нативных и модифицированных белками наночастиц золота и их конъюгатов в присутствии гидроксилamina и тетрахлораурата // *Российские нанотехнологии*. – 2018. – Т. 13, № 11-12. – P. 59–67. (Английская версия: Panferov V.G., Samokhvalov A.V., Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Study of growth of bare and protein-modified gold nanoparticles in the presence of hydroxylamine and tetrachloroaurate // *Nanotechnologies in Russia*. – 2018. – V. 13, N 11-12. – P. 614–622.)

55. Berlina A.N., Bartosh A.V., **Zherdev A.V.**, Xu C., Dzantiev B.B. Development of lateral flow immunoassay for determination of tetracycline in human serum // *Antibiotics*. – 2018. – V. 7, N 4. – Article 99. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).

56. Byzova N.A., Urusov A.E., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Multiplex highly sensitive immunochromatographic assay based on the use of non-processed antisera // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. – 2018. – V. 410, N 7. – P. 1903–1910. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).

57. Byzova N.A., Vinogradova S.V., Porotikova E.V., Terechova Y.D., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Lateral flow immunoassay for rapid detection of grapevine leafroll associated virus // *Biosensors*. – 2018. – V. 8, N 4. – Article 111. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).

58. Mu H., Xu Z., Liu Y., Sun Y., Wang B., Sun X., Wang Z., Eremin S., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B., Lei H. Probing the molecular interaction of ofloxacin enantiomers with corresponding monoclonal antibodies by multiple spectrometry // *Spectrochimica Acta A*. – 2018. – V. 194. – P. 83–91. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).

59. Panferov V.G., Safenkova I.V., Byzova N.A., Varitsev Y.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Silver-enhanced lateral flow immunoassay for highly-sensitive detection of potato leafroll virus // *Food and Agricultural Immunology*. – 2018. – V. 29, N 1. – P. 445–457. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).

60. Panferov V.G., Safenkova I.V., Varitsev Y.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Enhancement of lateral flow immunoassay by alkaline phosphatase: a simple and highly sensitive test for potato virus X // *Microchimica Acta*. – 2018. – V. 185, N 1. – Article 25. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

61. Panferov V.G., Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Post-assay growth of gold nanoparticles as a tool for highly sensitive lateral flow immunoassay. Application to the detection of potato virus X // *Microchimica Acta*. – 2018. – V. 185, N 11. – Article 506. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
62. Razo S.C., Panferov V.G., Safenkova I.V., Varitsev Y.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Double-enhanced lateral flow immunoassay for potato virus X based on a combination of magnetic and gold nanoparticles // *Analytica Chimica Acta*. – 2018. – V. 1007. – P. 50–60. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
63. Razo S.C., Panferov V.G., Safenkova I.V., Varitsev Y.A., **Zherdev A.V.**, Pakina E.N., Dzantiev B.B. How to improve sensitivity of sandwich lateral flow immunoassay for corpuscular antigens on the example of potato virus Y? // *Sensors*. – 2018. – V. 18, N 11. – Article 3975. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
64. Sotnikov D.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Theoretical and experimental comparison of different formats of immunochromatographic serodiagnostics // *Sensors*. – 2018. – V. 18, N 1. – Article 36. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
65. Urusov A.E., Gubaydullina M.K., Petrakova A.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. A new kind of highly sensitive competitive lateral flow assay displaying direct analyte-signal dependence. Application to the determination of the mycotoxin deoxynivalenol // *Microchimica Acta*. – 2018. – V. 185, N 1. – Article 29. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
66. **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Ways to reach lower detection limits in lateral flow immunoassays // Chapter 2. In: "Rapid Test – Advances in Design, Format and Diagnostic Applications" (Ed. L. Anfossi). – London: InTechOpen, 2018. – ISBN 978-1-78923-902-7. – P. 9-43.
67. **Zherdev A.V.**, Vinogradova S.V., Byzova N.A., Porotikova E.V., Kamionskaya A.M., Dzantiev B.B. Methods for diagnosis of grapevine viral infections // *Agriculture*. – 2018. – V. 8, N 12. – Article 195. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
68. Zvereva E.A., **Zherdev A.V.**, Xu C., Dzantiev B.B. Highly sensitive immunochromatographic assay for qualitative and quantitative control of beta-agonist salbutamol and its structural analogs in foods // *Food Control*. – 2018. – V. 86. – P. 50–58. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
69. Бызова Н.А., **Жердев А.В.**, Придворова С.М., Дзантиев Б.Б. Разработка экспрессной иммунохроматографической тест-системы для детекции D-димера // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 2019. – Т. 55, № 3. – С. 293–302. (Английская версия: Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Pridvorova S.M., Dzantiev B.B. Development of rapid immunochromatographic test system for D-dimer detection // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2019. – V. 55, N 3. – P. 305–312.)
70. Barshevskaya L.V., Sotnikov D.V., **Zherdev A.V.**, Khassenov B.B., Baltin K.K., Eskendirova S.Z., Mukanov K.K., Mukantaev K.K., Dzantiev B.B. Triple immunochromatographic system for simultaneous serodiagnosis of bovine brucellosis, tuberculosis, and leukemia // *Biosensors*. – 2019. – V. 9, N 4. – Article 115. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
71. Berlina A.N., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. ELISA and lateral flow immunoassay for the detection of food colourants: State of the art // *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. – 2019. – V. 49, N 3. – P. 209-223. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

72. Buglak A.A., **Zherdev A.V.**, Lei H.T., Dzantiev B.B. QSAR analysis of immune recognition for triazine herbicides based on immunoassay data for polyclonal and monoclonal antibodies // *PLOS One*. – 2019. – V. 14, N 4. – Article e0214879. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).
73. Byzova N.A., Vengerov Yu.Yu., Voloshchuk S.G., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Development of a lateral flow highway: Ultra-rapid multitasking immunosensor for cardiac markers // *Sensors*. – 2019. – V. 19, N 24. – Article 4594. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
74. Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Simultaneous immunochromatographic assay of several antibiotics: Modulation of detection limits and working ranges // *Oriental Journal of Chemistry*. – 2019. – V. 35, N 6. – P. 1634–1639.
75. Ivanov A.V., Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Recombinase polymerase amplification combined with a magnetic nanoparticle-based immunoassay for fluorometric determination of troponin T // *Microchimica Acta*. 2019. – V. 186, N 8. – Article 549. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
76. Petrakova A.V., Urusov A.E., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Gold nanoparticles of different shape for bicolor lateral flow test // *Analytical Biochemistry*. – 2019. – V. 568. – P. 7–13. (Web of Science – Q2; Scopus – Q2).
77. Razo S.C., Panferova N.A., Panferov V.G., Safenkova I.V., Drenova N.V., Varitsev Y.A., **Zherdev A.V.**, Pakina E.N., Dzantiev B.B. Enlargement of gold nanoparticles for sensitive immunochromatographic diagnostics of potato brown rot // *Sensors*. – 2019. – V. 19, N 1. – Article 153. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
78. Safenkova I.V., Panferova N.A., Panferov V.G., Varitsev Y.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Alarm lateral flow immunoassay for detection of the total infection caused by the five viruses // *Talanta*. – 2019. – V. 195. – P. 739–744. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
79. Sobolev A.M., Byzova N.A., Goryacheva I.Yu., **Zherdev A.V.** Silanized quantum dots as labels in lateral flow test strips for C-reactive protein. // *Analytical Letters*. – 2019. – V. 51, N 12. – P. 1874–1887.
80. Sotnikov D.V., Berlina A.N., Ivanov V.S., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Adsorption of proteins on gold nanoparticles: One or more layers? // *Colloids and Surfaces B*. – 2019. – V. 173. – P. 557–563. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
81. Urusov A.E., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Towards lateral flow quantitative assays: Detection approaches // *Biosensors*. – 2019. – V. 9, N 3. – Article 89. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
82. Bartosh A.V., Sotnikov D.V., Hendrickson O.D., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Design of multiplex lateral flow tests: A case study for simultaneous detection of three antibiotics // *Biosensors*. – 2020. – V. 10, N 3. – Article 17. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
83. Bartosh A.V., Urusov A.E., Petrakova A.V., **Zherdev A.V.**, Kuang H., Dzantiev B.B. Highly sensitive zearalenone lateral flow test with indirect labeling in baby food // *Food and Agricultural Immunology*. – 2020. – V. 31, N 1. – P. 653–666. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).
84. Byzova N.A., Serchenya T.S., Vashkevich I.I., **Zherdev A.V.**, Sviridov O.V., Dzantiev B.B. Lateral flow immunoassay for rapid qualitative and quantitative control of veterinary drug bacitracin in milk // *Microchemical Journal*. – 2020. – V. 156. – Article 104884. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).

85. Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Khlebtsov B.N., Burov A.M., Khlebtsov N.G., Dzantiev B.B. Advantages of highly spherical gold nanoparticles as labels for lateral flow immunoassay // *Sensors*. – 2020. – V. 20, N 12. – Article 3608. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
86. Hendrickson O.D., Zvereva E.A., Popravko D.S., **Zherdev A.V.**, Xu C., Dzantiev B.B. An immunochromatographic test system for the determination of antibiotic lincomycin in food stuffs // *Journal of Chromatography B*. – 2020. – V. 1141. – Article 122014. (Web of Science – Q2; Scopus – Q2).
87. Hendrickson O.D., Zvereva E.A., **Zherdev A.V.**, Godjevargova T., Xu C., Dzantiev B.B. Development of the double immunochromatographic test system for simultaneous determination of lincomycin and tylosin antibiotics in foodstuffs // *Food Chemistry*. – 2020. – V. 318. – Article 126510. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
88. Ivanov A.V., Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Nucleic acid lateral flow assay with recombinase polymerase amplification: solutions for high-sensitive detection of RNA virus // *Talanta*. – 2020. – V. 210. – Article 120616. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
89. Ivanov A.V., Shmyglya I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B., Safenkova I.V. The challenge for rapid detection of high-structured circular RNA: Assay of potato spindle tuber viroid based on recombinase polymerase amplification and lateral flow tests // *Plants*. – 2020. – V. 9, N 10. – Article 1369. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
90. Komova N.S., Berlina A.N., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Immune recognition of closed and open lactam ring and its influence on immunoassays of ampicillin antibiotics // *Oriental Journal of Chemistry*. – 2020. – V. 36, N 1. – P. 21–25.
91. Panferov V.G., Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Urchin peroxidase-mimicking Au@Pt nanoparticles as a label in lateral flow immunoassay: impact of nanoparticle composition on detection limit of *Clavibacter michiganensis* // *Microchimica Acta*. – 2020. – V. 187. – Article 268. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
92. Safenkova I.V., Ivanov A.V., Slutskaya E.S., Samokhvalov A.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Key significance of DNA-target size in lateral flow assay coupled with recombinase polymerase amplification // *Analytica Chimica Acta*. – 2020. – V. 1102. – P. 109–118. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
93. Serebrennikova K.V., Hendrickson O.D., Zvereva E.A., Popravko D.S., **Zherdev A.V.**, Xu C., Dzantiev B.B. A comparative study of approaches to improve the sensitivity of lateral flow immunoassay of antibiotic lincomycin // *Biosensors*. – 2020. – V. 10, N 12. – Article 198. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
94. Sotnikov D.V., Barshevskaya L.V., **Zherdev A.V.**, Khassenov B.B., Baltin K.K., Eskendirova S.Z., Mukanov K.K., Mukantaev K.K., Dzantiev B.B. Immunochromatographic system for serodiagnostics of cattle brucellosis using gold nanoparticles and signal amplification with quantum dots // *Applied Sciences*. – 2020. – V. 10, N 3. – Article 738. (Web of Science – Q2; Scopus – Q2).
95. Sotnikov D.V., Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Avdienko V.G., Kozlova I.V., Babayan S.S., Gergert V.Y., Dzantiev B.B. A mechanism of gold nanoparticle aggregation by immunoglobulin G preparation // *Applied Sciences*. – 2020. – V. 10, N 2. – Article 475. (Web of Science – Q2; Scopus – Q2).
96. Sotnikov D.V., **Zherdev A.V.**, Byzova N.A., Zvereva E.A., Bartosh A.V., Dzantiev B.B. Mathematical modeling of the immunochromatographic test-systems in competitive format:

Analytical and numerical approaches // Biochemical Engineering Journal. – 2020. – V. 164. – Article 107763. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).

97. Zvereva E.A., Byzova N.A., Hendrickson O.D., Popravko D.S., Belichenko K.A., Dzantiev B.B., **Zherdev A.V.** Immunochromatographic detection of myoglobin as a specific biomarker of porcine muscle tissues in meat products // Applied Sciences. – 2020. – V. 10, N 21. – Article 7437. (Web of Science – Q2; Scopus – Q2).

98. Zvereva E.A., Hendrickson O.D., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Immunochromatographic tests for the detection of microcystin-LR toxin in water and fish samples // Analytical Methods. – 2020. – V. 12. – P. 392–400. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).

99. Zvereva E.A., Popravko D.S., Hendrickson O.D., Vostrikova N.L., Chernukha I.M., Dzantiev B.B., **Zherdev A.V.** Lateral flow immunoassay to detect the addition of beef, pork, lamb, and horse muscles in raw meat mixtures and finished meat products // Foods. 2020. – V. 9, N 11. – Article 1662. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).

100. Зверева Е.А., Гендриксон О.Д., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Иммунохроматографические тест-системы для детекции микроцистина-LR в морепродуктах // Прикладная биохимия и микробиология. – 2021. – Т. 57, № 3. – С. 303–310. (Английская версия: Zvereva E.A., Hendrickson O.D., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Immunochromatographic test systems for detection of microcystin-LR in seafood // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2021. – V. 57, N 3. – P. 403–409.)

101. Панфёров В.Г., Сафенкова И.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Способы улучшения чувствительности иммунохроматографических тест-систем с колориметрической детекцией (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. – 2021. – Т. 57, № 2. – С. 107–116. (Английская версия: Panferov V.G., Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Methods for increasing sensitivity of immunochromatographic test systems with colorimetric detection (review) // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2021. – V. 57, N 2. – P. 143–151.)

102. Berlina A.N., Komova N.S., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Combination of phenylboronic acid and oligocytosine for selective and specific detection of lead(ii) by lateral flow test strip // Analytica Chimica Acta. – 2021. – V. 1155. – Article 338318. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

103. Hendrickson O.D., Byzova N.A., Zvereva E.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Sensitive lateral flow immunoassay of an antibiotic neomycin in foodstuffs // Journal of Food Science and Technology – Mysore. – 2021. – V. 58, N 1. – P. 292–301. (Scopus – Q2).

104. Hendrickson O.D., Zvereva E.A., Dzantiev B.B., **Zherdev A.V.** Sensitive lateral flow immunoassay for detection of pork additives in raw and cooked meat products // Food Chemistry. – 2021. – V. 359. – Article 129927. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

105. Hendrickson O.D., Zvereva E.A., Vostrikova N.L., Chernukha I.M., Dzantiev B.B., **Zherdev A.V.** Lateral flow immunoassay for sensitive detection of undeclared chicken meat in meat products // Food Chemistry. – 2021. – V. 344. – Article 128598. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

106. Ivanov A.V., Popravko D.S., Safenkova I.V., Zvereva E.A., Dzantiev B.B., **Zherdev A.V.** Rapid full-cycle technique to control adulteration of meat products: Integration of accelerated sample preparation, recombinase polymerase amplification, and test strip detection // Molecules. – 2021. – V. 26, N 22. – Article 6804. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).

- 107.Ivanov A.V., Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Multiplex assay of viruses integrating recombinase polymerase amplification, barcode / anti-barcode pairs, blocking anti-primers, and lateral flow assay // *Analytical Chemistry*. – 2021. – V. 93, N 40. – P. 13641–13650. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
- 108.Ivanov A.V, Safenkova I.V, **Zherdev A.V**, Dzantiev B.B. Recombinase polymerase amplification assay with and without nuclease-dependent-labeled oligonucleotide probe // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2021. – V. 22, N 21. – Article 11885. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
- 109.Panferov V.G., Byzova N.A., Biketov S.F., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Comparative study of in situ techniques to enlarge gold nanoparticles for highly sensitive lateral flow immunoassay of SARS-CoV-2 // *Biosensors*. – 2021. – V. 11, N 7. – Article 229. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
- 110.Panferov V.G., Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Peroxidase-mimicking nanozyme with surface-dispersed Pt atoms for the colorimetric lateral flow immunoassay of C-reactive protein // *Microchimica Acta*. – 2021. – V. 188. – Article 309. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
- 111.Panferov V.G., Safenkova I.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. The steadfast Au@Pt soldier: Peroxide-tolerant nanozyme for signal enhancement in lateral flow immunoassay of peroxidase-containing samples // *Talanta*. – 2021. – V. 235. – Article 121961. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
- 112.Razo S.C., Elovenkova A.I., Safenkova I.V., Drenova N.V., Varitsev Y.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Comparative study of four colored nanoparticle labels in lateral flow immunoassay // *Nanomaterials*. – 2021. – V. 11, N 12. – Article 3277. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
- 113.Razo S.C., Safenkova I.V., Drenova N.V., Kharchenko A.A., Tsymbal Y.S., Varitsev Y.A., **Zherdev A.V.**, Pakina E.N., Dzantiev B.B. New lateral flow immunoassay for on-site detection of *Erwinia amylovora* and its application on various organs of infected plants // *Physiological and Molecular Plant Pathology*. – 2021. – V. 114. – Article 101637. (Web of Science – Q2; Scopus – Q2).
- 114.Serebrennikova K.V., Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Khlebtsov N.G., Khlebtsov B.N., Biketov S.F., Dzantiev B.B. Lateral flow immunoassay of SARS-CoV-2 antigen with SERS-based registration: Development and comparison with traditional immunoassays // *Biosensors*. – 2021. – V. 11, N 12. – Article 510. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
- 115.Sotnikov D.V., Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Retention of activity by antibodies immobilized on gold nanoparticles of different sizes: Fluorometric method of determination and comparative evaluation // *Nanomaterials*. – 2021. – V. 11, N 11. – Article 3117. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).
- 116.Sotnikov D.V., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Lateral flow serodiagnosis in the double-antigen sandwich format: Theoretical consideration and confirmation of advantages // *Sensors*. – 2021. – V. 21, N 1. – Article 39. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).
- 117.Sotnikov D.V., **Zherdev A.V.**, Zvereva E.A., Eremin S.A., Dzantiev B.B. Changing cross-reactivity for different immunoassays using the same antibodies: Theoretical description and experimental confirmation // *Applied Sciences*. – 2021. – V. 11, N 14. – Article 6581. (Web of Science – Q2; Scopus – Q2).

118.Taranova N.A., Byzova N.A., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Comparative assessment of different gold nanoflowers as labels for lateral flow immunosensors // *Sensors*. – 2021. – V. 21, N 21. – Article 7098. (Web of Science – Q1; Scopus – Q2).

119.Taranova N.A., Slobodenuyk V.D., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B. Network of gold conjugates for enhanced sensitive immunochromatographic assays of troponins // *RSC Advances*. – 2021. – V. 11, N 27. – P. 16445–16452. (Web of Science – Q2; Scopus – Q1).

120.Wang J., Shen X., Zhong P., Li Z., Tang Q., Huang X., **Zherdev A.V.**, Dzantiev B.B., Eremin S.A., Xiao Z., Lei H., Li X. Heterologous immunoassay strategy for enhancing detection sensitivity of banned dye rhodamine B in fraudulent food // *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. – 2021. – V. 8. – Article 17. (Web of Science – Q1; Scopus – Q1).

121.**Жердев А.В.**, Бызова Н.А., Сотников Д.В., Дзантиев Б.Б. Способ определения антител к возбудителю туберкулеза // Патент РФ на изобретение № 2395092 от 17 сентября 2008 г.

122.Дзантиев Б.Б., Бызова Н.А., Зверева Е.А. **Жердев А.В.**, Еремин С.А., Грачев О.В., Горбовский А.Д., Свешников П.Г. Способ иммунохроматографического определения антибиотиков в молоке и молочных продуктах // Патент РФ на изобретение № 2406090 от 18 февраля 2009 г.

123.Ескендинова С.З., Дзантиев Б.Б., Бызова Н.А., Сотников Д.В., Балтин К.К., **Жердев А.В.**, Раманкулов Е.М., Муканов К.К., Булашев А.К., Шенжанов К.Т., Унышева Г.Б. Экспресс-способ серологической диагностики бруцеллеза крупного рогатого скота на основе иммунохроматографического анализа // Инновационный патент Республики Казахстан на изобретение № 25460 от 23 декабря 2010 г.

124.Ескендинова С.З., Дзантиев Б.Б., Бызова Н.А., Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Балтин К.К., Унышева Г.Б., Булашев А.К., Муканов К.К., Раманкулов Е.М. Способ экспресс-обнаружения и идентификации *Brucella abortus* в биологическом материале на основе иммунохроматографического анализа // Инновационный патент Республики Казахстан на изобретение № 25922 от 23 августа 2011 г.

125.Урусов А.Е., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Способ снижения предела обнаружения иммунохроматографических методов контроля содержания низкомолекулярных соединений // Патент РФ на изобретение № 2497126 от 30 декабря 2011 г.

126.**Жердев А.В.**, Урусов А.Е., Дзантиев Б.Б. Способ повышения диагностической эффективности иммунохроматографических систем определения патогенов // Патент РФ на изобретение № 2557936 от 25 декабря 2012 г.

127.Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Тест-полоска для высокочувствительного иммунохроматографического анализа // Патент РФ на изобретение № 2523393 от 19 марта 2013 г.

128.Сотников Д.В., Бызова Н.А., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Метод получения межмолекулярных конъюгатов для иммунохроматографического определения специфических антител // Патент РФ на изобретение № 2530560 от 28 июня 2012 г.

129.Сотников Д.В., Бызова Н.А., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Способ проведения иммунохроматографического анализа для серодиагностики // Патент РФ на изобретение № 2532352 от 28 июня 2012 г.

130.Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Способ проведения иммунохроматографического анализа с диссоциирующей флуоресцентной меткой // Патент РФ на изобретение № 2535061 от 26 июля 2012 г.

131.Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Способ иммунохроматографического определения специфических антител // Патент РФ на изобретение № 2545909 от 19 марта 2013 г.

132.Урусов А.Е., Петракова А.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Способ проведения иммунохроматографического анализа, основанный на обратимой иммобилизации иммунореагентов в магнитном поле // Патент РФ на изобретение № 2575840 от 31 октября 2013 г.

133.Розиев Р.А., Соколов В.А., Орешкина И.В., Гончарова А.Я., Касмынина Ю.С., Дзантиев Б.Б., Бызова Н.А., **Жердев А.В.** Иммунохроматографическая тест-система // Патент РФ на полезную модель № 158294 от 11 ноября 2014 г.

134.Урусов А.Е., Таранова Н.А., Семейкина А.А., Петракова А.В., Губайдуллина М.К., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Способ проведения иммунохроматографического анализа с высокой степенью выявления маркера // Патент РФ на изобретение № 2623075 от 30 декабря 2015 г.

135.Бызова Н.А., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Устройство для иммунохроматографической экспрессной внелабораторной диагностики заболевания винограда, вызываемого вирусом скручивания листьев // Патент РФ на полезную модель № 192778 от 1 октября 2019 г.

136.Бызова Н.А., Таранова Н.А., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Устройство для иммунохроматографической экспрессной лабораторной и внелабораторной одновременной детекции токсичных контаминантов – поверхностно активных веществ нонилфенола и бисфенола А в питьевых, бытовых, природных и сточных водах // Патент РФ на полезную модель № 196383 от 27 февраля 2020 г.

137.Бызова Н.А., Таранова Н.А., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Устройство для иммунохроматографической одновременной индивидуальной детекции фторхинолоновых антибиотиков офлоксацина, энрофлоксацина и ципрофлоксацина в продуктах питания // Патент РФ на полезную модель № 196919 от 20 марта 2020 г.

138.Урусов А.Е., Шпакова Н.А., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Карта сравнения для количественной интерпретации результатов иммунохроматографических тестов // Патент РФ на полезную модель № 200112 от 7 октября 2020 г.

139.Панфёров В.Г., Сафенкова И.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Устройство для мультиплексного иммунохроматографического анализа патогенов вирусной и бактериальной природы с дополнительной стадией усиления сигнала // Патент РФ на полезную модель № 201487 от 17 декабря 2020 г.

140.Сотников Д.В., Баршевская Л.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Способ повышения чувствительности иммунохроматографического серодиагностического анализа с использованием двух маркеров // Патент РФ на изобретение № 2739752 от 28 декабря 2020 г.

141.Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Способ иммунохроматографической серодиагностики с последовательным добавлением реагентов // Патент РФ на изобретение № 2741199 от 22 января 2021 г.

142.Бызова Н.А., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Устройство для иммунохроматографической экспрессной лабораторной и внелабораторной одновременной индивидуальной детекции токсичных контаминантов в воде // Патент РФ на полезную модель № 202181 от 5 февраля 2021 г.

143.Панфёров В.Г., Сафенкова И.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Устройство для иммунохроматографической высокочувствительной и внелабораторной детекции фитопатогенной бактерии *Clavibacter michiganensis*, основанное на повышении интенсивности регистрируемого колориметрического сигнала за счет каталитических свойств наномаркера // Патент РФ на полезную модель № 202193 от 5 февраля 2021 г.

144.Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Способ высокочувствительного иммунохроматографического анализа с двойной конкуренцией // Патент РФ на изобретение № 2748901 от 1 июня 2021 г.

145.Сотников Д.В., **Жердев А.В.**, Дзантиев Б.Б. Способ иммунохроматографического анализа для серодиагностики с комбинированной схемой связывания антител // Патент РФ на изобретение № 2753237 от 12 августа 2021 г.

Заключение на диссертационную работу Жердева Анатолия Виталиевича в форме научного доклада по теме «Иммунохроматографические системы: Молекулярные закономерности функционирования и практические приложения» рассмотрено и одобрено 1 апреля 2022 г. на совместном семинаре лабораторий иммунобиохимии, инженерной энзимологии, химической энзимологии, биохимии азотфиксации и метаболизма азота и молекулярных основ биотрансформаций ФИЦ Биотехнологии РАН (протокол № 1). Решение принято голосованием участников совместного семинара. Присутствовало на семинаре 58 человек. Результаты голосования: «за» – 58 человек, «против» – нет, воздержавшихся нет.

Рекомендуемая ведущая организация:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет", Химический институт им. А.М.Бутлерова.

Рекомендуемые оппоненты:

Завриев Сергей Кириакович, член-корреспондент РАН, профессор, доктор биологических наук, заведующий лабораторией молекулярной диагностики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук.

Курочкин Илья Николаевич, профессор, доктор химических наук, директор, заведующий лабораторией химической физики биоаналитических процессов

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики имени Н. М. Эмануэля Российской академии наук.

Дыкман Лев Абрамович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунохимии Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук».

По результатам рассмотрения Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук рекомендует к защите в форме научного доклада на соискание ученой степени доктора химических наук по научной специальности 1.5.4. Биохимия диссертационную работу Жердева Анатолия Виталиевича по теме «Иммунохроматографические системы: Молекулярные закономерности функционирования и практические приложения».

Председатель совместного семинара,
заведующий лабораторией биохимии азотфиксации и метаболизма азота
ФИЦ Биотехнологии РАН,
д.б.н., проф.

Топунов А.Ф.

Секретарь совместного семинара,
с.н.с., к.б.н.

Зверева Е.А.

